

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-123435  
 (43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl. G11B 11/10  
 G11B 21/21

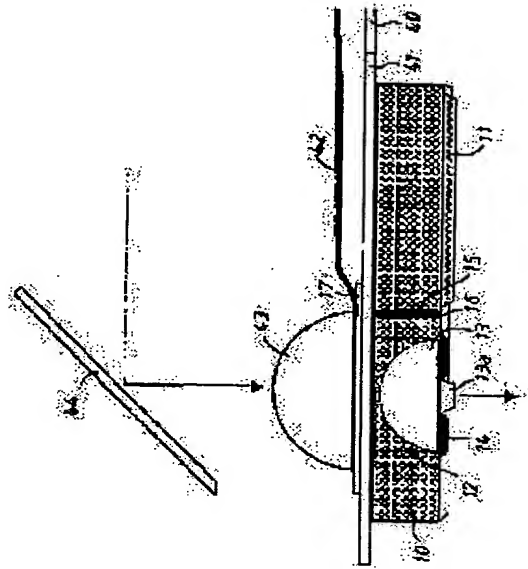
(21)Application number : 10-298680 (71)Applicant : YAMAHA CORP  
 (22)Date of filing : 20.10.1998 (72)Inventor : SHOJI SHIGERU

## (54) PHOTO-MAGNETIC-OPTICAL HEAD, ITS MANUFACTURING METHOD AND RECORDING AND REPRODUCING DEVICE PROVIDED WITH THE HEAD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a photo-magneto-optical head which is small in size and capable of performing high density recording and to provide a recording and reproducing device in which the head is provided, the power consumption is low and the access time is high.

**SOLUTION:** This magnetic head is provided with a first through-hole 12 which passes from the floating surface of a floating type slider 10 whose surface opposing a recording medium floats, toward the opposing surface, a solid immersion lens 13 which constitutes an optical head section buried in the through-hole 12 and a portion of the magneto-optical head and an energizing coil 14 which constitutes a portion of the magneto-optical head section formed on the bottom surface of the lens 13. A mesa section 13a is integrally formed with the lens 13. The section 13a is projected to the surface side which opposes the recording medium and the cross section has an approximate trapezoidal shape. The section 13a is formed so that its center axis coincides with an optical axis.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.11.1999  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.04.2003  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-123435

(P2000-123435A)

(43) 公開日 平成12年4月28日 (2000. 4. 28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 1 1 B 11/10	5 7 1	G 1 1 B 11/10	5 7 1 A 5 D 0 5 9
	5 6 6		5 6 6 A 5 D 0 7 5
21/21		21/21	Z

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-298680

(22) 出願日 平成10年10月20日 (1998. 10. 20)

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 庄司 茂

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内

(74) 代理人 100064724

弁理士 長谷 照一 (外3名)

Fターム(参考) 5D059 AA08 BA01 CA05 CA08 CA12  
DA26 EA02

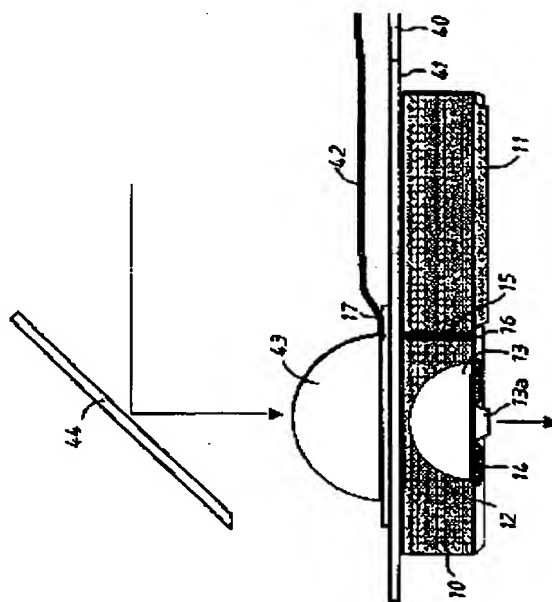
5D075 AA03 CC04 CD17 CF03 CF08

(54) 【発明の名称】 光-光磁気ヘッドおよびその製造方法ならびにこの光-光磁気ヘッドを備えた記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 小型で高記録密度が可能な光-光磁気ヘッドおよびこの光-光磁気ヘッドを備えて低消費電力で高アクセスタイムの記録再生装置を提供する。

【解決手段】 記録媒体に対向する面が浮上する浮上型スライダ10の浮上面からその対向面に向けて貫通する第1の貫通孔12と、第1の貫通孔内12に埋め込まれた光ヘッド部および光磁気ヘッド部の一部を構成する固体イメージンレンズ13と、固体イメージンレンズ13の下表面に形成された光磁気ヘッド部の一部を構成する励磁用コイル14とを備え、固体イメージンレンズ13上に同レンズより記録媒体に対向する面側に突出するその断面形状が略台形状のメサ部13aが同レンズと一体的に形成されているとともに、同メサ部13aの中心軸が光軸と一致するように形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体に照射された光の光学的性質の変化を検出して同記録媒体に記録された信号を再生するための光ヘッド部と、同記録媒体に照射された光の集束光の部分発熱と磁束の方向によって同記録媒体の磁化を反転させて記録させるための光磁気ヘッド部とを備えた光-光磁気ヘッドであって、

前記記録媒体に対向する面が浮上する浮上型スライダの浮上面からその対向面に向けて貫通する第1の貫通孔と、

前記第1の貫通孔内に埋め込まれた前記光ヘッド部および前記光磁気ヘッド部の一部を構成する固体イメージジョンレンズと、

前記固体イメージジョンレンズの下表面に形成された前記光磁気ヘッド部の一部を構成する励磁用コイルとを備え、

前記固体イメージジョンレンズの下表面上に同レンズより前記記録媒体に対向する面側に突出する断面形状が略台形状のメサ部が同レンズと一体的に形成されているとともに、同メサ部の中心軸が光軸と一致するように形成されていることを特徴とする光-光磁気ヘッド。

【請求項2】 前記励磁用コイルは平面コイルであって、前記メサ部の周囲に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光-光磁気ヘッド。

【請求項3】 前記平面コイルは1層以上の薄膜コイルであることを特徴とする請求項2に記載の光-光磁気ヘッド。

【請求項4】 前記平面コイルの端部は前記浮上型スライダをその厚み方向に貫通する第2の貫通孔内の導電材よりなるリードに接続され、このリードの端部は同浮上型スライダの浮上面の対向面上に形成されたリード端子に導電接続されていることを特徴とする請求項2または請求項3に記載の光-光磁気ヘッド。

【請求項5】 前記浮上型スライダの浮上面には空気ベアリング作用で浮上させる正圧あるいは負圧レールパターンを備えていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の光-光磁気ヘッド。

【請求項6】 前記浮上型スライダはスライダ剛性を有するセラミックス、ガラス、金属あるいは金属酸化物から選択されるいずれかにより形成されていることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の光-光磁気ヘッド。

【請求項7】 前記固体イメージジョンレンズは光学的に透明で、かつ屈折率が1以上の材料により形成されていることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の光-光磁気ヘッド。

【請求項8】 前記光学的に透明で、かつ屈折率が1以上の材料はガラス、酸化ジルコニウム( $ZrO_2$ )、酸化チタン( $TiO_2$ )、タンタル酸リチウム( $LiTaO_3$ )から選択されることを特徴とする請求項7に記載

の光-光磁気ヘッド。

【請求項9】 前記固体イメージジョンレンズは前記第1の貫通孔内にガラス封着材により封止されていることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の光-光磁気ヘッド。

【請求項10】 記録媒体に照射された光の光学的性質の変化を検出して同記録媒体に記録された信号を再生するための光ヘッド部と、同記録媒体に照射された光の集束光の部分発熱と磁束の方向によって同記録媒体の磁化を反転させて記録させるための光磁気ヘッド部とを備えた光-光磁気ヘッドの製造方法であって、

浮上型スライダとなる硬質のセラミックス基板に形成された第1の貫通孔に球状のレンズ部材の一部を埋設する埋設工程と、

前記球状のレンズ部材の一部が埋設された前記セラミックス基板の表面を平滑に研磨する研磨工程と、

前記研磨工程により平滑に研磨された前記セラミックス基板の表面にレールパターンを形成するとともに、前記研磨工程により平滑に研磨された前記レンズ部材の表面に断面形状が略台形状のメサパターンを同メサパターンの中心軸が光軸と一致するように形成するパターン形成工程と、

前記メサパターンの周囲に薄膜によりコイルパターンを形成するコイルパターン形成工程とを備え、

前記研磨工程によりその一部が埋設された球状の前記レンズ部材を研磨することにより、同レンズ部材を前記光ヘッド部および前記光磁気ヘッド部の一部を構成する固体イメージジョンレンズとするとともに、

前記コイルパターン形成工程により形成された前記コイルパターンを前記光磁気ヘッド部の一部を構成する励磁コイルとしたことを特徴とする光-光磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 前記埋設工程において前記セラミックス基板に形成された第2の貫通孔に導電材よりなるリードを埋設するようにしたことを特徴とする請求項10に記載の光-光磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 前記コイルパターン形成工程において、前記薄膜によるコイルパターンを1層以上形成するようにしたことを特徴とする請求項10または請求項11に記載の光-光磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 前記レンズ部材は光学的に透明で、かつ屈折率が1以上の材料より選択したことを特徴とする請求項10から請求項12のいずれかに記載の光-光磁気ヘッドの製造方法。

【請求項14】 前記光学的に透明で、かつ屈折率が1以上の材料はガラス、酸化ジルコニウム( $ZrO_2$ )、酸化チタン( $TiO_2$ )、タンタル酸リチウム( $LiTaO_3$ )から選択されることを特徴とする請求項13に記載の光-光磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】 前記レンズ部材を前記第1の貫通孔内

10

20

30

40

50

にガラス封着材により封止するようにしたことを特徴とする請求項10から請求項14のいずれかに記載の光-光磁気ヘッドの製造方法。

【請求項16】 レーザ光発光器から出射された光を記録媒体に照射して、その集束光の部分発熱と磁束の方向によって同記録媒体の磁化を反転させて記録するとともに、前記記録媒体で反射した反射光の光学的性質の変化を検出して同記録媒体に記録された信号を再生する記録再生装置であって、

前記記録媒体の外周部に配置された回転軸に回転自在に取り付けられたサスペンションと、  
前記サスペンションの先端部に取り付けられたジンバルと、

前記記録媒体に対向するように前記ジンバルの下面に取り付けられて、同記録媒体が回転駆動することによりその対向面が浮上する浮上型スライダを有する請求項1から請求項9のいずれかに記載の光-光磁気ヘッドと、  
前記レーザ光発光器から出射された光を前記光-光磁気ヘッドの前記固体イメージングレンズに集光する対物レンズとを備えたことを特徴とする記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レーザ光発光器から出射された光を記録媒体に照射して、その集束光の部分発熱と磁束の方向によって同記録媒体の磁化を反転させて記録するとともに、記録媒体で反射した反射光の光学的性質の変化を検出して同記録媒体に記録された信号を再生する記録再生装置に係わり、特に、高記録密度、高アクセスタイムの光-光磁気ヘッドおよびその製造方法ならびにこの光-光磁気ヘッドを備えた記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、マルチメディア化に対応して大量のデータを、高密度で記録し、迅速に再生ができる記録再生装置が注目されている。例えば、オーバーライト可能な光磁気記録媒体への情報の記録は、光磁気記録媒体にレーザ光を照射し、レーザ光の照射位置に対して入力情報に応じた磁界を印加することにより行われる。一方、光磁気記録媒体に記録された情報の再生は、記録時よりも弱いレーザ光を光磁気記録媒体に照射し、このレーザ光の反射光が有する記録磁化方向に依存する偏光角（カー角）を検出することにより行われる。

【0003】このような光磁気記録媒体に情報を記録したり、あるいは光磁気記録媒体に記録された情報を再生する記録再生装置は、通常、レンズ、発光素子、受光素子、コイルなどを組み合わせて作られている。このため、このような記録再生装置に用いられる光-光磁気ヘッドは、全体が大型でかつ質量も大きくなり、場合によっては、発光部、受光部、コイルなども一体化されているので、光磁気記録媒体上をシークする時間がかかり、

応答が遅いとともに、レンズと光磁気記録媒体（以下、単に記録媒体という）との間の距離が長くなって、光のスポット径が大きくなり、高記録密度化に限界があった。

【0004】そのため、スイングアーム部材の扇状スイング可能なアーム先端にスライダとヘッドとを配置固定し、ヘッドにはレンズを備えて、スイングアーム部材の回転軸支点からアームに沿って光ビームを流すようにした記録再生装置が特開平10-112036号公報において提案されるようになった。この特開平10-112036号公報において提案された記録再生装置のスイングアームに取り付けられるヘッドは、記録媒体の回転に伴って対流する大気の影響及び正圧を発生させて、ヘッド体を浮上させる機能を有し、光ビームスポット光を透過する部分を形成したスライダ、対物レンズ駆動装置、レーザ光反射ミラーから構成される。

【0005】スライダの光ビームスポット光を透過する部分は、記録光を記録媒体上に集光するための光学素子は屈折率が1よりも大きい材料で構成され、固体イメージングレンズを備えている。そして、このスライダを小型化するためにスライダ内に磁気コイルを内蔵し、また、磁気コイルを光学素子の外周に配することにより記録媒体と磁気コイルとの間隔を狭め、磁界を印加する際に磁気コイルに流す電流を小さくするようにし、照射されるレーザ光の光路を遮らないようにして、効率よく記録媒体上にレーザ光を照射するようにしている。

【0006】さらに、磁気コイルを光学素子の出射光面より記録媒体に近い位置に設けることにより、このように構成した光磁気ヘッドを用いた記録再生装置の消費電力を抑えるようにしている。また、磁気コイルをフィルム状のコイルで構成することにより、記録媒体と磁気コイルとの間隔を狭くし、磁芯に光を透過する磁性材料を用いることにより、記録媒体に向けて照射されるレーザ光の光路を遮らないようにして、効率よく記録媒体上にレーザ光を照射するようにしている。

【0007】そして、光学素子の少なくとも一部をレーザ光を透過する磁性材料で構成するようにすると、光磁気ヘッドに使用する部品点数を少なくでき、光磁気ヘッドの小型化を可能とし、レーザ光を透過する磁性材料を光学素子のレーザ光の出射面に直交する中心近傍だけに配することにより、外部磁界の位置決め精度を向上させることが可能となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した特開平10-112036号公報において提案された記録再生装置にあつては、磁気コイルを固体イメージングレンズの外周に配置しているので、磁気コイルに大電流を流して磁束密度を大きくする必要が生じて、消費電力が大きくなるという問題が生じた。また、コイルの巻数を多くするとインダクタンスが増大し、音波周波数を

高くできないため、高速書込ができないという問題を生じた。さらに、磁束密度を大きくするためには磁芯(コア)を設ける必要があるが、磁芯(コア)を設けるようにすると構造が複雑になって、この種の光磁気ヘッドを小型化できないとともに、インダクタンスが更に増大するという問題も生じた。一方、磁気コイルを固体イメージジョンレンズの下方に組み込んだ場合、固体イメージジョンレンズの出射光面と記録媒体との間隔が磁気コイルの厚み分だけ広がるため、記録媒体に照射される光ビームスポット径が広がって、記録密度を向上させることができないという問題が生じる。

【0009】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、小型で高記録密度が可能な光-光磁気ヘッドを提供するとともに、この光-光磁気ヘッドを備えて低消費電力で高アクセスタイムの記録再生装置を提供することを目的とする。このため、本発明の光-光磁気ヘッドは、記録媒体に対向する面が浮上する浮上型スライダに浮上面からその対向面に向けて貫通する第1の貫通孔と、この第1の貫通孔内に埋め込まれた光ヘッド部および光磁気ヘッド部の一部を構成する固体イメージジョンレンズと、この固体イメージジョンレンズの下表面に形成された励磁用コイルとを備え、固体イメージジョンレンズの下表面上に同レンズより記録媒体に対向する面側に突出する断面形状が略台形状のメサ(平頂丘)部を同レンズと一体的に形成されているとともに、同メサ部の中心軸が光軸と一致するように形成されている。

【0010】浮上型スライダに固体イメージジョンレンズを埋め込み、この固体イメージジョンレンズの記録媒体に対向する面に突出して一体的に形成された断面形状が略台形状のメサ部を備えるとともにこのメサ部の中心軸が光軸と一致するように形成されていると、固体イメージジョンレンズのメサ部が記録媒体の方向に固体イメージジョンレンズより突出して対向するようになる。この結果、固体イメージジョンレンズと記録媒体との間隔を狭くしながらメサ部の周囲に小型コイルを配置することが可能となるので、光ビームスポット径を狭くするとともに、高記録密度が達成できるようになる。

【0011】また、固体イメージジョンレンズの下表面には励磁用コイルを形成したため、メサ部の中心部により近いところに励磁用コイルを巻くことが可能となるので、発生磁界を強くすることができる。したがって、空芯コイルでも強い磁界を発生させることができるようになるので、磁芯(コア)を設ける必要がなくなって、構造が簡単になるため、この種の光-光磁気ヘッドを小型化できるようになるとともに、その製造も簡単、容易になる。また、小電流であっても容易に記録媒体を励磁できるようにするので、小電力化を達成できるようになる。

【0012】そして、励磁用コイルを平面コイルとしてメサ部の周囲に形成すると、平面コイルを小さくすることが可能となるので、低電流でも磁束密度の大きい書込が可能となる。また、平面コイルは1層以上の薄膜コイルとすることにより、平面コイルのインダクタンスを小さくすることができるようになるので、高速での書込が可能となる。また、平面コイルの端部は浮上型スライダをその厚み方向に貫通する第2の貫通孔内の導電材よりなるリードに接続され、このリードの端部は同浮上型スライダの浮上面の対向面上でリード線に導電接続されるようにすると、平面コイルとリード線との接続が簡単、容易になるので、この種の光-光磁気ヘッドの製造が容易になる。

【0013】さらに、浮上型スライダの浮上面には空気ベアリング作用で浮上できる正圧あるいは負圧レールパターンを備えているので、このスライダと記録媒体との間隔を0.2  $\mu\text{m}$ 以下の微小間隔を保ちながら浮上させて、固体イメージジョンレンズのメサ部と記録媒体との間隔を微小に保つことにより、光ビームスポット径を最低限にすることが可能となって、高記録密度を達成できるようになる。また、浮上型スライダはスライダ剛性を有するセラミックス、ガラス、金属あるいは金属酸化物から選択されるいずれから選択することにより、剛性を有して質量が小さいスライダを形成できるので、スライダのサーボ応答性が向上し、ランダムアクセスのスピードが大幅に向上する。

【0014】また、固体イメージジョンレンズは光学的に透明で、かつ屈折率が1以上の材料により形成することにより、近接場光(ニアフィールド光)を実現でき、記録媒体に照射される光ビームのスポット径を大幅に絞ることが可能となる。そして、光学的に透明で、かつ屈折率が1以上の固体イメージジョンレンズの材料はガラス、酸化ジルコニウム( $\text{ZrO}_2$ )、酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )、タンタル酸リチウム( $\text{LiTaO}_3$ )から選択することが好ましい。

【0015】また、本発明の光-光磁気ヘッドの製造方法は、スライダとなる硬質のセラミックス基板に形成された第1の貫通孔に球状のレンズ部材の一部を埋設する埋設工程と、球状のレンズ部材の一部が埋設されたセラミックス基板の表面を平滑に研磨する研磨工程と、研磨工程により平滑に研磨されたセラミックス基板の表面にレールパターンを形成するとともに、研磨工程により平滑に研磨されたレンズ部材の表面に断面形状が略台形状のメサパターンを形成するパターン形成工程と、メサパターンの周囲に薄膜によりコイルパターンを形成するコイルパターン形成工程とを備えるようにしている。

【0016】このように、その一部が第1の貫通孔に埋設された球状のレンズ部材をセラミックス基板とともに平滑に研磨することにより、レンズ部材は光ヘッド部および光磁気ヘッド部の一部を構成する固体イメージジョン

レンズとなる。またコイルパターンは光磁気ヘッド部の一部を構成する励磁用コイルとなる。そして、このように形成された固体イマージョンレンズにその断面形状が略台形状のメサパターンを形成するようにすると、固体イマージョンレンズと記録媒体との間隔を狭くすることが可能となるので、光ビームスポット径を狭くすることができるようになり、高記録密度が達成できるようになる。

【0017】また、メサパターンの周囲に薄膜によりコイルパターンを形成すると、コイルパターンを小さくすることが可能となるので、低インダクタンスのコイルであっても音込が可能となる。この結果、磁芯（コア）を設ける必要がなく（即ち、励磁用コイルは空芯コイルとなる）になって、構造が簡単になるため、この種の光-光磁気ヘッドを小型化できるようになるとともに、その製造も簡単、容易になる。また、小電流であっても容易に記録媒体を励磁できるようになるので、小電力化を達成できるようになる。

【0018】そして、セラミックス基板に形成された第2の貫通孔に導電材よりなるリードを埋設するようにすると、このリードの端部を浮上型スライダの浮上面の対向面上に形成されたリード端子に接続されるようにすれば、コイルパターンとリード端子との接続が簡単、容易になるので、この種の光-光磁気ヘッドの製造が容易になる。さらに、薄膜によるコイルパターンを1層以上形成するようにすると、コイルパターンのインダクタンスを小さくすることができるようになるので、高速での音込が可能となる。

【0019】また、本発明の記録再生装置は、記録媒体の外周部に配置された回転軸に回転自在に取り付けられたサスペンションと、このサスペンションの先端部に取り付けられたジンバルと、記録媒体に対向するようにジンバルの下面に取り付けられて、同記録媒体が回転駆動することによりその対向面が浮上する浮上型スライダとして上述したような光-光磁気ヘッドと、レーザ光照射装置から出射された光を光-光磁気ヘッドの固体イマージョンレンズに集光する対物レンズとを備えるようにしている。

【0020】このように、上述したような光-光磁気ヘッドをサスペンションの先端部に取り付けられたジンバルの下面に取り付けるようにすると、空気ベアリング作用により、スライダと記録媒体との間隔を0.2 $\mu$ m以下の微小間隔を保ちながら浮上させることができる。そして、レーザ光照射装置から出射された出射光を対物レンズを通して固体イマージョンレンズに集光すると、近接場光（ニアフィールド光）となって、光ビームのスポット径が絞られて記録媒体に照射されるようになるので、高記録密度が実現できる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、この発明の光-光磁気ヘッ

ドおよびこの光-光磁気ヘッドを用いた記録再生装置の好適な実施の形態を図1～図9に基づいて説明する。なお、図1はサスペンションに取り付けられた状態の光-光磁気ヘッドの断面を模式的に示す図であり、図2～図8は図1の光-光磁気ヘッドを製造するための一連の製造工程を模式的に示す斜視図であり、図9はこの光-光磁気ヘッドを用いた記録再生装置の要部を模式的に示す斜視図である。

【0022】本発明の光-光磁気ヘッドは、浮上型スライダ10を備えており、光磁気記録媒体が回転することにより、光磁気記録媒体に対して浮上する浮上面（空気ベアリング面（ABS（Air Bearing Surface）））となる正圧あるいは負圧レールパターン11がその下面に設けられている。そして、浮上型スライダ10の内部には、浮上面からその対向面に向けて貫通する第1の貫通孔12が設けられており、この貫通孔12内に固体イマージョンレンズ13が埋め込まれている。

【0023】ここで、固体イマージョンレンズ13は屈折率が1より大きな材料、例えば、ガラス、酸化ジルコニウム（ $ZrO_2$ ）、酸化チタン（ $TiO_2$ ）、タンタル酸リチウム（ $LiTaO_3$ ）から選択され、球の一部を切断して半球あるいは3/4球とし、切断面が記録媒体と平行になるように、即ち、この固体イマージョンレンズ13の出射面が光軸に対して垂直になるように配置したレンズであり、光学系のNAを大きくすることで回折限界を小さくすることを可能にする。

【0024】この固体イマージョンレンズ13の浮上面側（記録媒体との対向面側）には、浮上面側に突出する断面形状が略台形状のメサ部（平頂丘）13aが形成されており、メサ部13aの中心軸が光軸と一致するように形成されている。そして、このメサ部13aの周囲には励磁用コイル14が設けられている。励磁用コイル14は1層以上（例えば、2層）の薄膜により形成されており、この励磁用コイル14の端部は浮上型スライダ10に設けられた第2の貫通孔15内に充填された導電材よりなるリード16に接続されて、このリード16はコイル端子17に接続されている。

【0025】なお、上述のように形成された浮上型スライダ10は、サスペンション40の先端部に接続されたジンバル41の下面に取り付けられ、このサスペンション40に沿って延出して配設された接続線42をコイル端子17に接続する。一方、スライダ10の固体イマージョンレンズ13の上部に対物レンズ43が配設されるとともに、この対物レンズ43の上部に反射ミラー44が配設されている。

【0026】これにより、反射ミラー44で反射されたレーザ光は対物レンズ43により集光されて固体イマージョンレンズ13に入射し、その出射面より記録媒体上にスポット光を照射する。そして、固体イマージョンレンズ13の下表面のメサ部13aの周囲に設けられた励

磁用コイル14が通電されることにより、記録媒体のスボット光が照射された部分の発熱と磁束の方向によって、記録媒体の磁化を反転させて記録されるようになる。

【0027】について、この種の光-磁気ヘッドを備えた浮上型スライダ10の製造方法を図2～図8の製造工程を示す図に基づいて説明する。まず、図2(a)に示すように、スライダとなる硬質のセラミックス基板(厚み数100 $\mu$ m程度)20を用意し、この基板20にレーザ光を照射して、図2(b)に示すように、基板20に第1の貫通孔20aおよび第2の貫通孔20bを配設する。ついで、図2(c)に示すように、球状のレンズ部材(後にその球の一部が切断されて固体イメージングレンズとなる)30と導電材からなるリード31、31を用意し、これらのレンズ部材30およびリード31、31を第1貫通孔20aおよび第2貫通孔20b、20bにそれぞれ挿入する。

【0028】なお、レンズ部材30は、屈折率が1より大きな材料、例えば、ガラス、酸化ジルコニウム( $ZrO_2$ )、酸化チタン( $TiO_2$ )、タンタル酸リチウム( $LiTaO_3$ )から選択して用いており、半球あるいは3/4球だけ第1の貫通孔20a内に埋設する。この後、図3(d)に示すように、ガラス封着剤によりレンズ部材30を第1貫通孔20aに封着するとともに、各リード31、31を第2貫通孔20b、20bにそれぞれ封着する。ついで、記録媒体の対向面側の表面を図3(e)に示すように平滑に研磨した後、図3(f)に示すように、平滑に研磨された表面に感光性レジストを塗布あるいはドライフィルム21をラミネートする。なお、この研磨において、レンズ部材30は半球あるいは3/4球となる。

【0029】について、図4(g)に示すように、所定の形状のレーザパターン21aおよびレンズ面のメサパターン21bに露光した後、現像して、図4(h)に示すように、基板20上にレーザパターン21aおよびメサパターン21bのミリング用マスク22a、22bを形成する。ついで、この全面にアルゴンイオン( $Ar^+$ )を照射して、イオンエッチングを行い、図4(i)に示すように、レーザの凸部23aおよびレンズのメサの凸部23bを形成する。

【0030】について、図5(j)に示すように、この全面に第1のメッキ用下地膜(例えば、銅等の金属膜)24aをスパッタ等により被着させた後、コイルパターン形成用の感光性レジストあるいはドライフィルム24を塗布あるいはラミネートする。ついで、所定の形状のコイルパターンに露光した後、現像して、図5(k)に示すように、第1のコイルパターンメッキ部25を形成する。

【0031】について、図5(l)に示すように、第1のコイルパターンメッキ部25に銅等の金属膜からなるメ

ッキを施し、第1のメッキ用下地膜24aの上に第1のコイルメッキ膜25aを形成する。この後、残存するレジストあるいはドライフィルム24を除去することにより、図6(m)に示すように、メッキ用下地膜24aの上に形成された第1のコイルメッキ膜25aが出現する。ついで、この全面にアルゴンイオン( $Ar^+$ )を照射して、イオンエッチングを行い、図6(n)に示すように、第1のコイルメッキ膜25aに覆われていない部分のメッキ用下地膜24aを除去する。

【0032】この後、図6(o)に示すように、第1のコイルメッキ膜25aの上に絶縁層26を形成する。ついで、図7(p)に示すように、この全面に第2のメッキ用下地膜(例えば、第1の下地膜と同様な銅等の金属膜)27をスパッタ等により被着させた後、コイルパターン形成用の感光性レジストあるいはドライフィルムを塗布あるいはラミネートする。ついで、所定の形状のコイルパターンに露光した後、現像して、図7(q)に示すように、銅等の金属膜からなる第2のコイルパターンメッキ部28を形成する。

【0033】について、図7(r)に示すように、第2のコイルパターンメッキ部28にメッキを施し、第2のメッキ用下地膜27の上に第2のコイルメッキ膜28aを形成する。この後、残存するレジストあるいはドライフィルムを除去することにより、図8(s)に示すように、第2のメッキ用下地膜27の上に形成された第2のコイルメッキ膜28aが出現する。ついで、この全面にアルゴンイオン( $Ar^+$ )を照射して、イオンエッチングを行い、図8(t)に示すように、第2のメッキ用下地膜27を除去する。この後、図8(u)に示すように、第2のコイルメッキ膜28aの上に第2の絶縁層29を形成して、光-光磁気ヘッドを備えた浮上型のスライダ10が形成される。

【0034】図9は、このような光-光磁気ヘッドを用いた記録再生装置の概略構成を模式的に示す図であり、図9(a)は、その全体構成の一部を示す斜視図であり、図9(b)は、図9(a)の要部を示す斜視図である。なお、図1は図9(b)をA-A方向に切断した場合の断面図となる。本発明の記録再生装置は、記録媒体Mを回転駆動する図示しない駆動装置と、レーザビームを照射するレーザ発光器50と、記録媒体Mで反射した反射光のカー角を検出するカー角検出器51と、レーザ発光器50より照射されたレーザ光を透過するとともに、その一部を反射するハーフミラー52と、図示しない駆動装置により駆動されるサスペンション40と、上述した浮上型スライダ10を備えた光-光磁気ヘッドとから構成される。

【0035】なお、レーザ発光器50およびカー角検出器51は記録媒体Mの外周近傍に設置され、ハーフミラー52はサスペンション40の回転軸用孔40a内に挿入される図示しない回転軸付近に設置されている。ま



た、ハーフミラー52および反射ミラー44よりなる光学系は記録再生装置の適宜箇所に固定されている。

【0036】サスペンション40は図示しない駆動装置により駆動される回転軸が記録媒体Mの外周近傍に設置され、そこを中心に記録媒体Mの半径方向の記録エリアを移動し、記録領域全体にアクセスできるようになされている。そして、上述したように、サスペンション40の先端部にジンバル41を固定し、このジンバル41の下面に浮上型スライダ10が取り付けられている。また、スライダ10の固体イメージンレンズ13の上部に10  
対物レンズ43が配設されるとともに、この対物レンズ43の上部に反射ミラー44が配設されている。

【0037】これにより、レーザ発光器50より出射されたレーザ光はハーフミラー52を透過し、反射ミラー44で反射されたレーザ光は対物レンズ43により集光されて固体イメージンレンズ13に入射し、その出射面より記録媒体M上にスポット光を照射する。そして、固体イメージンレンズ13の下表面のメサ部13aの周囲に設けられた励磁用コイル14に入力情報に応じた磁界を印加するために通電することにより、記録媒体M  
20のスポット光が照射された部分の発熱と磁束の方向によって、記録媒体Mの磁化を反転させて記録されるようになる。

【0038】一方、記録時よりも弱いレーザ光をレーザ発光器50より出射すると、このレーザ光はハーフミラー52を透過し、反射ミラー44で反射されて対物レンズ43により集光されて固体イメージンレンズ13に入射し、その出射面より記録媒体M上にスポット光が照射される。このスポット光は記録媒体M上で反射した後、対物レンズ43を通過し、反射ミラー44およびハーフミラー52で反射されて、カー角検出器51に入射され、カー角検出器37はこの反射光が有する記録磁化方向に依存する反射光の偏光角(カー角)を検出して記録媒体Mに記録された情報を再生する。

【0039】上述したように、浮上型スライダ10に固体イメージンレンズ13を埋め込み、この固体イメージンレンズ13の記録媒体に対向する面側に突出する断面形状が略台形状のメサ部13aを一体的に形成されるとともにこのメサ部13aの中心軸が光軸と一致するように形成されているので、このメサ部13aが記録媒体の方向に突出して対向するようになる。この結果、固体イメージンレンズ13と記録媒体との間隔を狭くすることが可能となるので、光ビームスポット径を狭くすることができるようになり、高記録密度が達成できるようになる。

【0040】また、メサ部13aの中心部により近いところに励磁用コイル14を巻くことが可能となるので、発生磁界を強くすることができる。したがって、空芯コイルでも強い磁界を発生させることができるようになり、磁芯(コア)を設ける必要がなくなって、構造が簡  
50

単になるため、この種の光-光磁気ヘッドを小型化できるようになるとともに、その製造も簡単、容易になる。また、小電流であっても容易に記録媒体を励磁できるようになるので、小電力化を達成できるようになる。

【0041】そして、励磁用コイル14は1層以上の薄膜コイルにより形成されているので、そのインダクタンスを小さくすることができるようになり、高速での音込が可能となる。また、励磁用コイル14は第2の貫通孔15内に設けられた導電性のリード16に接続され、この導電のリード16の端部は浮上面の対向面上に形成されたリード端子17に導電接続されるので、励磁用コイル14とリード線との接続が簡単、容易になって、この種の光-光磁気ヘッドの製造が容易になる。

【0042】このように、本発明においては、浮上型スライダ10に固体イメージンレンズ13が埋め込まれ、この浮上型スライダ10が記録媒体上に非常に狭い間隔で浮上することにより、記録媒体に近接場光(ニアフィールド光)を実現することが可能になる。また、浮上型スライダ10と固体イメージンレンズ13と励磁用コイル14とが一体化されており、しかも励磁用コイル14が浮上型スライダ10の中心近傍に薄膜で形成されているので、この種の浮上型スライダ10を小型化できるようになる。具体的には、1.2mm(幅)×2.5mm(長さ)×0.3mm(高さ)~2mm(幅)×4mm(長さ)×0.5mm(高さ)のサイズを有する浮上型スライダ10が得られるようになる。

【0043】また、近接場光(ニアフィールド光)のスポット中心の近傍、即ち、メサ部13aの周囲に励磁用コイル14が複数層の層状で薄膜により形成されているので、コイルのインダクタンスを小さくすることが可能となる。この結果、高周波による音込磁界の変化を急峻にできるので、高周波応答速度を高めることができるようになる。具体的な励磁用コイル14のインダクタンス値は、励磁用コイル14の中心径が54 $\mu$ m×78 $\mu$ m、2層で23ターンの場合は、76nHとなった。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光-光磁気ヘッドを備えた浮上型スライダをサスペンションに取り付けた状態を示す断面図である。

【図2】 本発明の光-光磁気ヘッドを備えた浮上型スライダの製造工程の一部を示す斜視図である。

【図3】 本発明の光-光磁気ヘッドを備えた浮上型スライダの製造工程の一部を示す斜視図である。

【図4】 本発明の光-光磁気ヘッドを備えた浮上型スライダの製造工程の一部を示す斜視図である。

【図5】 本発明の光-光磁気ヘッドを備えた浮上型スライダの製造工程の一部を示す斜視図である。

【図6】 本発明の光-光磁気ヘッドを備えた浮上型スライダの製造工程の一部を示す斜視図である。

【図7】 本発明の光-光磁気ヘッドを備えた浮上型ス



13

ライダの製造工程の一部を示す斜視図である。

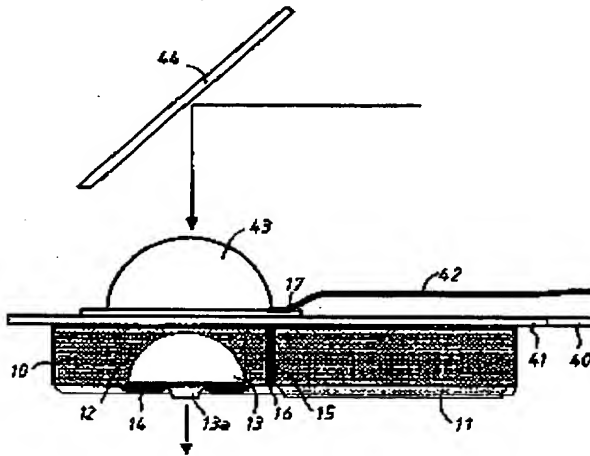
【図8】 本発明の光-光磁気ヘッドを備えた浮上型スライダの製造工程の一部を示す斜視図である。

【図9】 本発明の光-光磁気ヘッドを備えたオーバーライト可能な記録再生装置の概略構成を模式的に示す図であり、図7(a)は、その全体構成の一部を示す斜視図であり、図7(b)は、図7(a)の要部を示す斜視図である。

【符号の説明】

10…浮上型スライダ、11…レールパターン、12…第1の貫通孔、13…固体イマージョンレンズ、13a…メサ部、14…励磁用コイル、15…第2の貫通孔、16…導電性物質、17…リード端子、20…セラミック

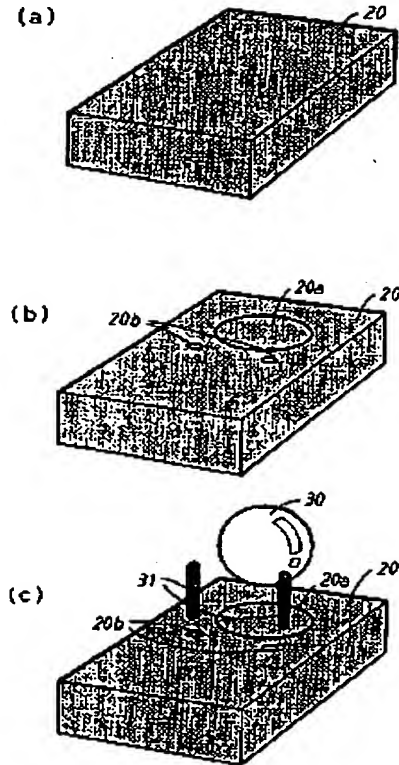
【図1】



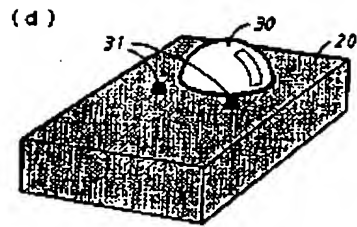
14

\* クス基板、21…20a…第1の貫通孔、20b…第2の貫通孔、21…感光性レジスト（ドライフィルム）、21a…レールパターン、21b…メサパターン、22a、22b…ミリング用マスク、23a…レールの凸部、23b…メサの凸部、24…感光性レジスト（ドライフィルム）、25…第1のコイルパターンメッキ部、25a…第1のコイルメッキ膜、26…絶縁膜、28…第2のコイルパターンメッキ部、28a…第2のコイルメッキ膜、30…レンズ部材、31…リード（導電性物質）、40…サスペンション、41…ジンバル、42…接続線、43…対物レンズ、44…反射ミラー、50…レーザ発光器、51…カー角検出器、52…ハーフミラー、M…記録媒体

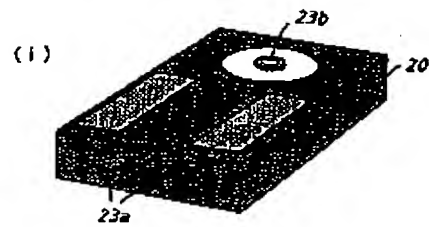
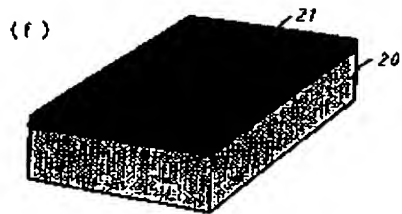
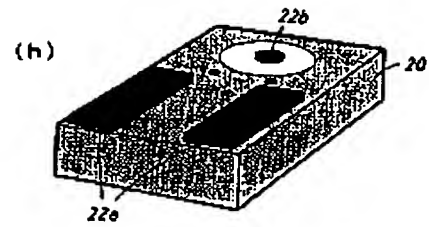
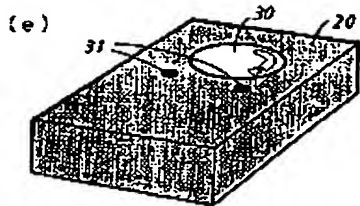
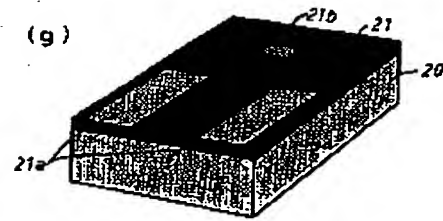
【図2】



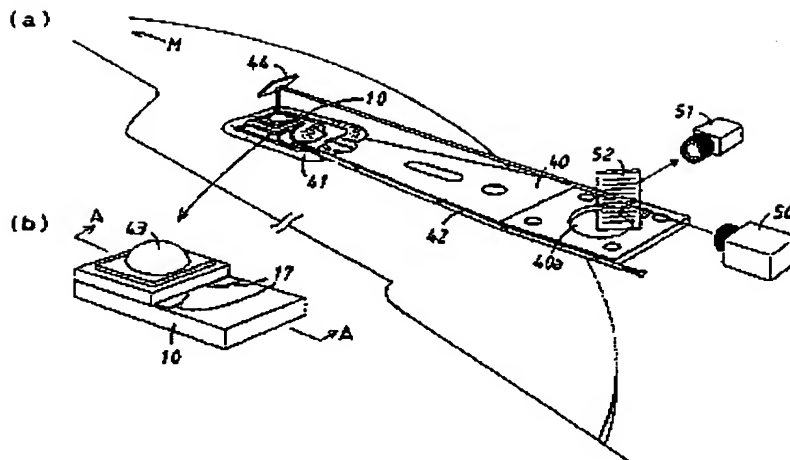
【図3】



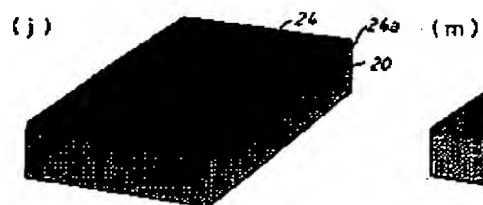
【図4】



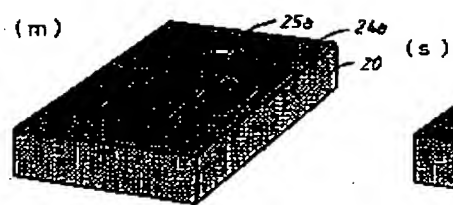
【図9】



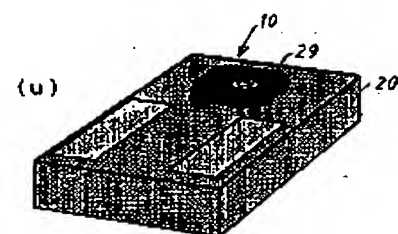
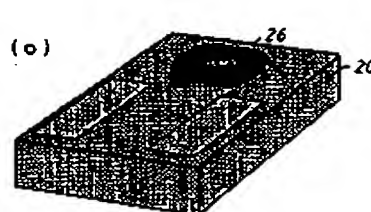
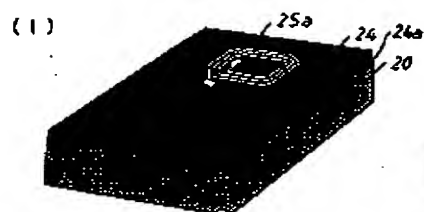
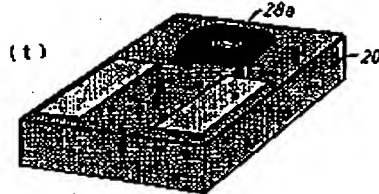
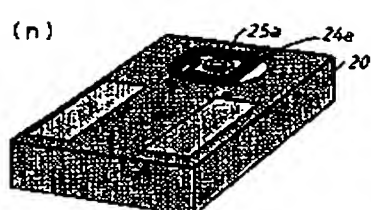
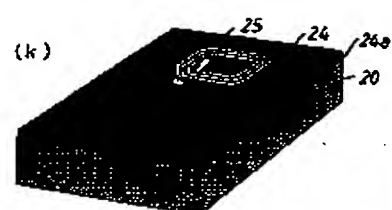
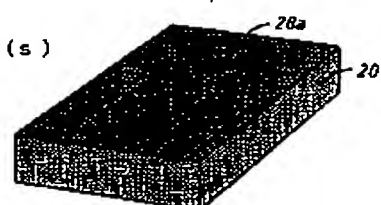
【図5】



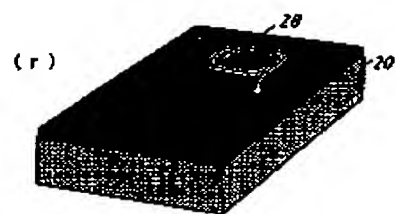
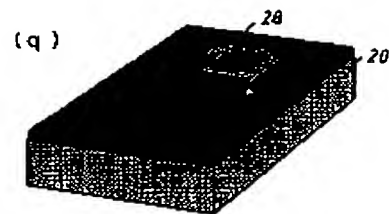
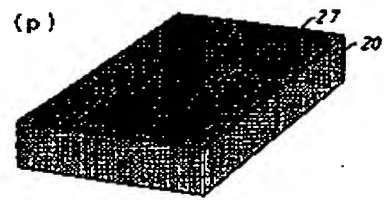
【図6】



【図8】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**